



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“TÍTULO”

**APLICACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS PARA
ACCELERAR LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
ORGÁNICOS DOMICILIARIOS EN EL CENTRO DE COMPOSTAJE
YENCALA BOGGIANO – LAMBAYEQUE**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PREOFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. Cieza Peña Jheyson Edgar

ASESOR(ES):

Mg. Rodas Cabanillas José

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de Residuos

CHICLAYO – PERÚ

2017

PÁGINA EL JURADO

Mg. César Augusto Zatta Silva
PRESIDENTE DEL JURADO

Dra. María Raquel Maxe Malca
SECRETARIA DEL JURADO

Mg. César Augusto Arbulú López
VOCAL DEL JURADO

DEDICATORIA

A mis padres por ser la fuente de inspiración
y el motor para conseguir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos por el apoyo moral y económico, por los consejos e impulsarme a seguir adelante.

A mis amigos y asesores por sus aportes para mejorar la investigación.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

La presente tesis representa el requisito para obtener el título de Ingeniero Ambiental en la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo.

Yo Jheyson Edgar Cieza Peña con el DNI: 71574019 declaro que la investigación titulada “APLICACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS PARA ACELERAR LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS EN EL CENTRO DE COMPOSTAJE YENCALA BOGGIANO – LAMBAYEQUE”, es auténtica, personal y original. En tal hecho, declaro que el contenido será de mi responsabilidad.

Jheyson Edgar Cieza Peña

DNI: 71574019

PRESENTACIÓN

Se presenta la tesis titulada “APLICACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS PARA ACELERAR LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS EN EL CENTRO DE COMPOSTAJE YENCALA BOGGIANO – LAMBAYEQUE”, en cumplimiento con el reglamento y requerimientos para optar el título de Ingeniero Ambiental.

La investigación contiene seis partes: Introducción, Metodología, Resultados, Discusión, Conclusiones y Recomendaciones. Además, al final se adjunta una Propuesta como parte de la iniciativa propia.

El trabajo constituye las ganas y el esfuerzo afianzado durante el periodo profesional esperando lograr las metas a corto, mediano y largo plazo.

Se espera que éste trabajo sea tomado para futuras investigaciones siendo la chispa de motivación para generar nuevos conocimientos y resolver problemas de la sociedad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PÁGINA EL JURADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	4
1.2 ANTECEDENTES.....	5
1.3 MARCO TEÓRICO.....	7
1.3.1 Descomposición de residuos sólidos orgánicos domiciliarios	7
1.3.1.1 Residuos solidos.....	7
1.3.1.1.1 Clasificación de los residuos.....	7
1.3.1.1.1.1 Según su composición.....	7
1.3.1.1.1.2 Según su origen.....	8
1.3.1.1.1.3 Según su riesgo.....	8
1.3.1.1.1.4 Según su capacidad de aprovechamiento.....	8
1.3.1.2 Compostaje.....	9
1.3.1.3 Proceso del compostaje	9
1.3.1.4 Fases del compostaje	10
1.3.1.4.1 Fase mesófila	10
1.3.1.4.2 Fase termófila.....	10
1.3.1.4.3 Fase de enfriamiento.....	11
1.3.1.4.4 Fase de maduración.....	11
1.3.1.5 Parámetros de control durante el compostaje	11
1.3.1.5.1 Temperatura	12
1.3.1.5.2 Humedad.....	12
1.3.1.5.3 Relación carbono-nitrógeno C/N.....	13
1.3.1.5.4 Oxígeno	13
1.3.1.5.5 Potencial de hidrógeno (pH)	14
1.3.2 Aplicación de bacterias ácido lácticas.....	15
1.3.2.1 Microorganismos.....	15

1.3.2.1.1	Microorganismos en la naturaleza	15
1.3.2.1.2	Microorganismos eficaces	15
1.3.2.1.3	Beneficios de los microorganismos eficaces.....	16
1.3.2.2	Bacterias ácido lácticas	16
1.3.2.2.1	Bacillus	17
1.3.2.2.2	Coccus.....	17
1.4	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.5	JUSTIFICACIÓN	18
1.5.1	Justificación práctica	18
1.5.2	Justificación ambiental.....	18
1.6	HIPÓTESIS.....	18
1.7	OBJETIVOS.....	19
1.7.1	Objetivo general:.....	19
1.7.2	Objetivos específicos:	19
II.	METODOLOGÍA	20
2.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.2	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	20
2.2.1	Variables	20
2.2.2	Operacionalización	20
2.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	22
2.3.1	Población	22
2.3.2	Muestra	22
2.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y VALIDEZ.....	22
2.4.1	Técnicas de recolección de datos.....	22
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	22
2.4.3	Validez.....	22
2.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	23
2.6	ASPECTOS TECNICOS.....	23
2.6.1	Ubicación geográfica.....	23
2.6.2	Características del lugar	23
2.6.2.1	Extensión	23
2.6.2.2	Clima.....	23
2.6.2.3	Suelo.....	24
2.6.2.4	Agua.....	24
2.6.2.5	Zona de vida	24

2.6.2.6	Cultivos	24
2.6.3	Características del ensayo	24
2.6.3.1	Esquema de la disposición del ensayo	25
2.6.4	Etapas de la investigación.....	25
2.6.4.1	Método B.A.L.....	25
2.6.4.2	Método tradicional	26
2.6.5	Manejo de la investigación.....	26
2.6.5.1	Preparación del sitio para la compostera.....	26
2.6.5.2	Selección del material para el compost.....	27
2.6.5.3	Construcción de la pila compostera.....	27
2.6.5.4	Cultivo de microorganismos (bacterias ácido lácticas).....	27
2.6.5.5	Aplicación de microorganismos (bacterias ácido lácticas).....	27
2.6.5.6	Riego.....	28
2.6.5.7	Volteo.....	28
2.6.5.8	Tapado	28
2.6.5.9	Cosecha	28
2.6.5.10	Obtención de muestras para análisis fisicoquímico	28
2.6.5.11	Obtención de muestras e identificación de bacterias ácido lácticas	29
2.6.5.12	Análisis de bacterias ácido lácticas	29
2.6.5.13	Determinación de temperatura, pH y humedad.....	31
2.6.5.14	Determinar el tiempo de descomposición.....	31
2.6.5.15	Determinar el peso final.....	31
III.	RESULTADOS.....	32
3.1	ANÁLISIS DEL PROCESO DE COMPOSTAJE	32
3.1.1	Variación de la temperatura mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas....	32
3.1.2	Variación de la temperatura del método tradicional.....	32
3.1.3	Comparación de las temperaturas mediante la aplicación del bacterias ácido lácticas y método tradicional.....	33
3.1.4	Variación del pH mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas	34
3.1.5	Variación del pH del método tradicional.....	35
3.1.6	Comparación del pH mediante la aplicación del bacterias ácido lácticas y método tradicional	36
3.1.7	Variación de la humedad mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas ...	36
3.1.8	Variación de la humedad del método tradicional.....	37
3.1.9	Comparación de la humedad mediante aplicación de bacterias ácido lácticas y del método tradicional.....	38

3.1.10	Temperatura, pH y humedad mediante aplicación de bacterias ácido lácticas.....	38
3.1.11	Temperatura, pH y humedad mediante el método tradicional.....	39
3.2	TIEMPO DE DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA	40
3.2.1	Tiempo de descomposición mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas.....	40
3.2.2	Tiempo de descomposición por el método tradicional.....	40
3.2.3	Comparación del tiempo de descomposición mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas y el método tradicional.....	41
3.3	PESO FINAL DEL COMPOST	41
3.3.1	Peso final del compost mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas	41
3.3.2	Peso final del compost por el método tradicional	42
3.3.3	Comparación del peso final mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas y el método tradicional	43
3.4	ANÁLISIS DE LA CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS.....	44
3.4.1	pH.....	44
3.4.2	Conductividad eléctrica.....	45
3.4.3	Materia Orgánica	45
3.4.4	Nitrógeno.....	46
3.4.5	Fósforo	47
3.4.6	Potasio.....	47
3.4.7	Calcio.....	48
3.4.8	Magnesio.....	49
3.4.9	Humedad.....	49
3.4.10	Relación carbono/nitrógeno (C/N).....	50
3.5	TABLA RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS	51
3.6	ANÁLISIS CUALITATIVO DE OTRAS CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE COMPOSTAJE.....	51
3.6.1	Olor en el proceso del compostaje	51
3.6.1.1	Olor en el proceso de compostaje mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas	51
3.6.1.2	Olor en el proceso de compostaje mediante el método tradicional	52
3.6.2	Color en el proceso del compostaje	52
3.6.2.1	Color en el proceso de compostaje mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas	52
3.6.2.2	Color en el proceso de compostaje mediante el método tradicional.....	52
3.7	ANÁLISIS DE COSTOS	52
IV.	DISCUSIÓN	54
V.	CONCLUSIONES	56

VI.	RECOMENDACIONES	58
VII.	PROPUESTA	59
7.1	TITULO	59
7.2	FUNDAMENTACIÓN	59
7.3	OBJETIVO	59
7.4	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	60
7.5	PLAN DE ACCIÓN	60
7.5.1	Preparación y construcción del sitio para la compostera	60
7.5.2	Seleccionar el material	60
7.5.3	Construcción de la pila	60
7.5.4	Cultivo de microorganismos	61
7.5.5	Aplicación de microorganismos	61
7.5.6	Riego	61
7.5.7	Volteo	61
7.5.8	Tapado	61
7.5.9	Cosecha	62
7.5.10	Temperatura, humedad y pH	62
	BIBLIOGRAFÍA:	63
	ANEXOS	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 01: Operacionalización de variables.....	21
Figura Nº 02: Disposición de las pilas composteras.....	25
Figura Nº 03: Dimensión de las pilas composteras.....	25
Figura Nº 04: Etapas del proceso de compostaje – método B.A.L.....	26
Figura Nº 05: Etapas del proceso de compostaje – método tradicional.....	26
Figura Nº 06: Variación de la temperatura de la pila B.A.L.....	32
Figura Nº 07: Variación de la temperatura de la pila tradicional.....	33
Figura Nº 08: Comparación de temperaturas entre la pila B.A.L. y tradicional...34	
Figura Nº 09: Variación del pH de la pila B.A.L.....	35
Figura Nº 10: Variación del pH de la pila tradicional.....	35
Figura Nº 11: Comparación del pH entre la pila B.A.L. y pila tradicional.....	36
Figura Nº 12: Variación de la humedad de la pila B.A.L.....	37
Figura Nº 13: Variación de la humedad de la pila tradicional.....	37
Figura Nº 14: Comparación de la humedad entre la pila B.A.L y pila tradicional.38	
Figura Nº 15: Temperatura, pH y humedad de la pila B.A.L.....	39
Figura Nº 16: Temperatura, pH y humedad de la pila tradicional.....	40
Figura Nº 17: Peso inicial y final de la pila B.A.L.....	42
Figura Nº 18: Peso inicial y final de la pila tradicional.....	43
Figura Nº 19: Comparación del peso inicial y final entre la pila B.A.L. y pila tradicional.....	44
Figura Nº 20: Comparación del pH entre la pila B.A.L. y pila tradicional.....	44
Figura Nº 21: Comparación de la conductividad eléctrica entre la pila B.A.L. y pila tradicional	45

Figura Nº 22: Comparación de la materia orgánica entre la pila B.A.L. y pila tradicional	46
Figura Nº 23: Comparación del nitrógeno entre la pila B.A.L. y pila tradicional..	46
Figura Nº 24: Comparación del fósforo entre la pila B.A.L. y pila tradicional....	47
Figura Nº 25: Comparación del potasio entre la pila B.A.L. y pila tradicional....	48
Figura Nº 26: Comparación del calcio entre la pila B.A.L. y pila tradicional.....	48
Figura Nº 27: Comparación del magnesio entre la pila B.A.L. y pila tradicional.....	48
Figura Nº 28: Comparación de la humedad entre la pila B.A.L. y pila tradicional.....	50
Figura Nº 29: Comparación de la relación C/N entre la pila B.A.L. y pila tradicional	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 01: Métodos usados en el INIA.....	29
Tabla Nº 02: Distribución de las diluciones.....	30
Tabla Nº 03: Tiempo de descomposición de la pila B.A.L.....	40
Tabla Nº 04: Tiempo de descomposición de la pila tradicional.....	40
Tabla Nº 05: Comparación del tiempo de descomposición entre la pila B.A.L. y la pila tradicional.....	41
Tabla Nº 06: Resumen de los resultados.....	51
Tabla Nº 07: Análisis de costos entre la pila B.A.L. y la pila tradicional.....	53

RESUMEN

La investigación se propuso el objetivo de reducir el tiempo de descomposición de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios aplicando bacterias ácido lácticas mediante el método de compostaje, llevando un control del proceso de las condiciones de temperatura, pH y humedad. Para la investigación se utilizó un diseño no experimental, descriptivo, longitudinal de carácter comparativo.

El trabajo se ejecutó en el centro de compostaje Yencala Boggiano perteneciente a la Municipalidad Provincial de Lambayeque, el cual se basó en la formación de dos pilas composteras (aplicación de bacterias y método tradicional) de 1000Kg cada una con residuos sólidos orgánicos domiciliarios, estiércol vacuno y cuy, gallinaza, paja y tierra, las cuales fueron tratadas con las mismas condiciones a diferencia de la pila B.A.L. que se le agregó una dosis de bacterias ácido lácticas de 2L/20L de agua.

Para el caso de la temperatura, la pila B.A.L. sufrió un mayor incremento debido al aumento de la carga bacteriana. En ambas pilas se obtuvo una temperatura mayor igual a 70 °C idónea para la higienización. Por otro lado, se hizo un seguimiento de algunas características como el olor y color, los cuales en la pila B.A.L. amortiguó los olores y el color se tornó marrón oscuro para ambas pilas.

Al finalizar el proceso se alcanzó los resultados de la reducción del peso en porcentaje de la pila B.A.L. y tradicional, los cuales fueron de un 63.35% y 61.52% respectivamente. El proceso de descomposición tuvo buenos resultados reduciendo el tiempo en un 26.6% obteniendo el compost en 80 días a diferencia de la testigo que se obtuvo en 109 días. Además, se analizó el producto resultante indicando las siguientes características para la pila B.A.L.: pH de 6.1, la conductividad eléctrica (15.7 mhos/cm), materia orgánica (45.85%), nitrógeno (1.66%), fósforo (1.62%), potasio (1.15%), calcio (2.25%), magnesio (0.51%), humedad (36%) y la relación C/N (17.56%). Con respecto a la pila tradicional se obtuvo un pH de 6.4, la conductividad eléctrica (14.9 mhos/cm), materia orgánica (44.95%), nitrógeno (1.63%), fósforo (1.60%), potasio (1.11%), calcio (1.98%), magnesio (0.45%), humedad (38%) y la relación C/N (17.15%).

Palabras Claves: Aplicación de Bacterias Ácido Lácticas - Descomposición de Residuos Sólidos

ABSTRACT

The objective of the research was to reduce the decomposition time of domiciliary organic solid residues by applying lactic acid bacteria using the composting method, controlling the process of temperature, pH and humidity conditions. The research uses a no experimental, longitudinal, descriptive, comparative design.

The work was carried out at the Yencala Boggiano composting center belonging to the Provincial Municipality of Lambayeque, which was based on the formation of two composted piles (pile traditional and B.A.L. pile) of 1000 kg each with domiciliary organic solid residues, cattle manure and cuy, Hen, straw and soil, which were treated with the same conditions unlike the B.A.L. one that was added a dose of lactic acid bacteria of 2L/ 20L of water.

For the case of the temperature, the B.A.L. pile B.A.L. a greater increase due to the increase of the bacterial load. In both stacks a higher temperature equal to 70 °C was obtained for sanitization. On the other hand, some characteristics such as smell and color were tracked, which in the B.A.L. pile dampened odors and the color became dark brown for both piles

At the end of the process the results of weight reduction in percentage of the B.A.L. and traditional piles were reached, which were 63.35% and 61.52%, respectively. The decomposition process had good results reducing the time by 26.6% obtaining the compost in 80 days unlike the control that was obtained in 109 days. In addition, the resulting product was analyzed for the following B.A.L. properties: pH 6.1, electrical conductivity (15.7 mhos / cm), organic matter (45.85%), nitrogen (1.66%), phosphorus (1.62%), potassium (1.15%), calcium (2.25%), magnesium (0.51%), humidity (36%) and C / N ratio (17.56%). The pH was 6.4, the electrical conductivity (14.9 mhos / cm), organic matter (44.95%), nitrogen (1.63%), phosphorus (1.60%), potassium (1.11%), calcium 1.98%), magnesium (0.45%), humidity (38%) and C / N ratio (17.15%).

Keywords: Application of Lactic Acid Bacteria - Descomposition of Solid Residues